

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-020191

(43)Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl.

G02B 15/16

G02B 13/18

(21)Application number : 08-176962

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 08.07.1996

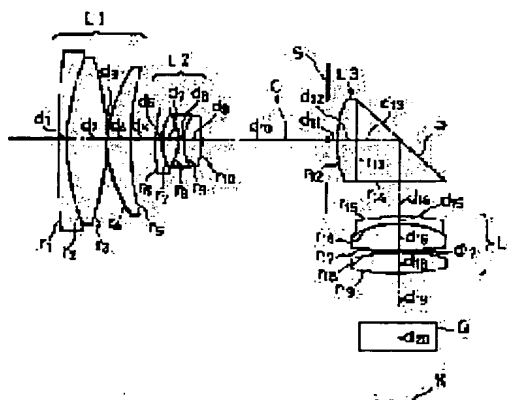
(72)Inventor : NANJO YUSUKE

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a zoom lens capable of shortening the depth and making the diameter of a front lens small in a zoom lens mainly used for a video camera.

SOLUTION: This lens is a mainstream of a zoom lens currently used for a public video camera. In a so-called a four group inner focus zoom lens, a right angle prism P is arranged behind a three group fixed lens L3 and the optical axis is bent by 90°. Consequently, the depth of the zoom lens is shortened and the miniaturization of the zoom lens and the whole video camera are enabled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The zoom lens characterized by having arranged the rectangular prism and bending about 90 degrees of optical axis in the zoom lens which consists of the 1st lens group of fixation in order, the movable 2nd lens group which mainly changes a scale factor, the 3rd lens group of fixation, and amendment of image movement by zooming and the movable 4th lens group which performs focusing between the above-mentioned 3rd lens group and the above-mentioned 4th lens group from a body side.

[Claim 2] The zoom lens according to claim 1 which uses the above-mentioned 3rd lens group as the plano-convex lens of one sheet, and is characterized by having joined the flat surface and plane of incidence of the above-mentioned rectangular prism, and constituting in one.

[Claim 3] The zoom lens according to claim 1 characterized by constituting the above-mentioned 4th lens group from a body side in order at three sheets of the cemented lens of a concave lens and a convex lens, and a convex lens.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the small zoom lens used for a video camera etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, in the noncommercial video camera, the zoom lens which consists of 4 lens groups of a convex, concave, a convex, and a convex in order [side / body] is common, and it considers as the composition suitable for a miniaturization and cost reduction.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there is no example as for which the ratio of the overall length from the front ball of a tele edge to a focus to the focal distance of a tele edge and the so-called looking-far ratio were made to one or less with the zoom lens of the above-mentioned conventional noncommercial video camera. Although it is advantageous to a miniaturization if refractive power of each lens group is strengthened, change of the curvature of field by change of the curvature of field in zooming and the photographic subject distance by the side of looking far is not avoided, and increase of the distortion aberration of a wide angle edge is not avoided, either.

[0004] Moreover, some driving gears with which not only the overall length of optical system but the electrical part by which it has ridden on the terminal and the circuit board of an image pickup element is contained, and the depth size of a zoom lens drives the 4th lens group further may project back. It has been a serious obstacle, when the depth of back parts comes to occupy ten percent or more of an optical overall length and shortens depth from these image surfaces.

[0005] On the other hand, when digitization, densification, and a miniaturization progress and the record medium of video miniaturizes a camera, the inclination which becomes still stronger has the demand of the miniaturization to a lens.

[0006] Although it can tell the miniaturization of a video lens that the screen size of solid state image pickup devices, such as CCD, having been miniaturized, and having been high-sensitivity-ized has contributed most, in order to make a screen size small, maintaining the number of pixels which can suit high definition-ization of a record medium, there is admiration approaching the limitation and it is becoming difficult to attain the miniaturization of a zoom lens on the extension wire of old technology.

[0007] Then, this invention offers the zoom lens which can shorten the depth size of optical system as much as possible, and can attain a miniaturization much more.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In the zoom lens which consists of the 1st lens group of fixation in order, the movable 2nd lens group which mainly changes a scale factor, the 3rd lens group of fixation, and amendment of image movement by zooming and the movable 4th lens group which performs focusing, between the above-mentioned 3rd lens group and the above-mentioned 4th lens group, the rectangular prism has been arranged and about 90 degrees of optical axis are bent from the body side.

[0009] Thereby, the size of the depth of a zoom lens becomes short and the miniaturization of a zoom lens is attained. When this zoom lens is used for a video camera etc., the whole miniaturization of a video camera etc. is attained.

[0010]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the example of a gestalt of concrete implementation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0011] Drawing 1 shows the zoom lens of the example of an operation gestalt of this invention, this zoom lens is mainly used for a video camera, and it aims at making small shortening especially the size of depth, and front ****.

[0012] The composition of this zoom lens The 1st lens group L1 of fixation [side / body] in order, In the zoom lens which consists of the movable 2nd lens group L2 which mainly changes a scale factor, the 3rd lens group L3 of fixation, and amendment of image movement by zooming and the movable 4th lens group L4 which performs focusing Rectangular-prism P is arranged between the above-mentioned 3rd lens group L3 and the above-mentioned 4th lens group L4, and it is characterized by bending about 90 degrees of optical axis C.

[0013] It can be said like (the column of Object of the Invention described) that the depth size of a zoom lens is very difficult for making it shorter than the focal distance of a tele edge including all salients since [which was mentioned above] an optical overall length exceeds 1 by the looking-far ratio and parts project further more back than the image surface. Then, in the example of an operation gestalt of this invention, about 90 degrees of optical axis C were bent by rectangular-prism P, and the purpose is attained. It considered as the above-mentioned 4 group composition inner focus method zoom lens which is easy to constitute from few lens number of sheets as basic composition of a zoom lens. It arranges between 4 lens groups and an image pick-up element. as arrangement of prism — 4 group composition — leaving as it is — an incidence side, the [i.e.,], — or it will place before 1 lens group and will stand the whole zoom lens — a injection side, the [i.e.,], — If only an image pick-up element is bent, although influence of mechanical precision which can prevent the eccentricity of a zoom lens system and carries prism into optical system will be made to the minimum The volume of prism is too large when it puts on an incidence side about shortening of the target depth. Although depth can be shortened most, the area (equivalent to front ****) of prism plane of incidence becomes large. Since will design a back focus for a long time, prism will be arranged, there will be few effects of depth shortening compared with the increase in cost of prism and the move direction of the 4th lens group will not change if the purpose cannot be attained but it puts on a injection side Some driving gears may project back and depth brings a result which cannot be shortened in that case.

[0014] According to the composition of this zoom lens, arrange drawing S just before the 3rd lens group L3, and since the composition to the 1st lens group L1, the 2nd lens group L2, and drawing S is still the conventional composition By arranging rectangular-prism P, immediately after the beam of light which is the optimal arrangement for the miniaturization of front ****, and carried out incidence in parallel with an optical axis C becomes a divergent pencil of rays by the 2nd lens group L2 and is in a near state afocal by the 3rd lens group L3 The volume of rectangular-prism P is small and it ends, since the inclination of the chief ray which goes out of a thing near afocal and a shaft is small, total reflection can be applied by the reflector of rectangular-prism P, and loss of permeability is made to the minimum. For example, a depth size is decided only by being extended downward, though some driving gears will project to an image side, if the 4th lens group L4 will move up and down and arranges the driving gear beside the 4th lens group L4, when an optical axis C is bent downward by rectangular-prism P in the 1st lens group L1 to the ridgeline of the back end of rectangular-prism P.

[0015] In this example of an operation form, in order to make the depth size of the optical system of a lens into the shortest, the 3rd lens group L3 is used as the planoconvex single lens which turned the convex to the body side, and it is characterized by joining the flat surface and flat surface of the plane of incidence of rectangular-prism P. It becomes unnecessary to hold separately the 3rd lens group L3 and rectangular-prism P by this composition, and is effective for shortening of a depth size. Thereby, the miniaturization of a zoom lens can be attained

further and the miniaturization of the whole video camera using this zoom lens can also be attained. Moreover, if it assembles so that the optical axis C of the 3rd lens group L3 and rectangular-prism P may be in agreement at the process of the above-mentioned junction, it will be hard to produce an eccentric error rather than it holds each separately.

[0016] Composition of the 4th lens group L4 is characterized by constituting from a body side in order at three sheets of the cemented lens of a concave lens and a convex lens, and a convex lens. In order to arrange the 4th lens group L4 behind rectangular-prism P, the beam-of-light quantity of the chief ray by which the distance from drawing S to the 4th lens group L4 passes along the 4th lens group L4 by becoming far from the 4 group inner focus zoom lens of form conventionally becomes high. Although there is much what made the 4th lens group the two-sheet composition of the cemented lens of a concave lens and a convex lens conventionally, if the beam-of-light quantity of a chief ray becomes high with the composition, comatic aberration will mainly occur greatly from the plane of composition of amendment work of astigmatism, and amendment is difficult while it is two-sheet composition. The positive refractive power of the 4th lens group L4 was divided into two lens groups, the curvature of a plane of composition was made [the lens by the side of a body with a large bundle of rays] loose for astigmatism with the amendment as a cemented lens of a concave lens and a convex lens, and the increase in coma collection and distribution is prevented.

[0017]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on drawing 1.

[0018] The zoom lens shown in drawing 1 The 1st lens group L1 of fixation [side / body] in order, The movable 2nd lens group L2 which mainly changes a scale factor, and the 3rd lens group L3 of fixation, It consists of amendment of image movement by zooming, and the movable 4th lens group L4 which performs focusing, rectangular-prism P has been arranged between the above-mentioned 3rd lens group L3 and the above-mentioned 4th lens group L4, and about 90 degrees of middles of an optical axis C are bent. The cemented lens and convex meniscus lens of a concave lens and a convex lens constitute the 1st lens group L1 from a body side in order, and the field by the side of the image of a cemented lens is the aspheric surface. The 2nd lens group L2 consists of the cemented lens of a concave lens and a concave lens, and a convex lens in order [side / body]. The 3rd lens group L3 is the planoconvex single lens of one sheet which turned the convex to the body side, the convex is the aspheric surface and the flat surface has joined the plane of incidence of rectangular-prism P. Constituting the 4th lens group L4 from a body side in order at three sheets of the cemented lens of a concave lens and a convex lens, and a convex lens, a convex single lens is the double-sided aspheric surface. In addition, the flat-surface glass with which Q is equivalent to a filter, and K are the image surfaces among drawing 1.

[0019] Next, the numerical example of the above-mentioned example is shown in Table 1 - 3.

[0020]

[Table 1]

r 1	95.087	d 1	0.8	n 1	1.84666	v 1	23.8
r 2	22.999	d 2	3.5	n 2	1.58913	v 2	61.3
r 3	-31.130	d 3	0.2				
r 4	12.946	d 4	2.1	n 3	1.69680	v 3	55.5
r 5	29.338	d 5	可変				
r 6	30.766	d 6	0.5	n 4	1.88300	v 4	40.8
r 7	5.172	d 7	1.5				
r 8	-5.809	d 8	0.5	n 5	1.77250	v 5	49.6
r 9	6.061	d 9	1.6	n 6	1.84666	v 6	23.8
r 10	-23.627	d 10	可変				
r 11	絞り	d 11	0.7				
r 12	10.608	d 12	1.7	n 7	1.58913	v 7	61.3
r 13	∞	d 13	8(プリズム)	n 8	1.72342	v 8	38.0
r 14	∞	d 14	可変				
r 15	19.063	d 15	0.6	n 9	1.84666	v 9	23.8
r 16	7.693	d 16	2.7	n 10	1.48749	v 10	70.4
r 17	-43.781	d 17	0.2				
r 18	15.499	d 18	2	n 11	1.58913	v 11	61.3
r 19	-22.743	d 19	可変				
r 20	∞	d 20	2.8	n 12	1.51680	v 12	64.2
r 21	∞						

[0021] The refractive index [in / i-th e line / of a radius-of-curvature di:lens / of the i-th

medium of a spacing ni:lens of the i-th field of ri:lens / on the above and] nenui: Abbe number
nue in e line of the i-th medium of a lens is shown.

[0022]

[Table 2]

焦点距離	d 5	d 10	d 14	d 19
4. 3	0. 7	1 3. 3	4. 1 4 9	4. 2 0 7
1 8. 1 3	9. 3 5	4. 6 5	0. 9 9 4	7. 3 6 3
4 3. 0 0	1 2. 5 5	1. 4 5	5. 2 8 4	3. 0 7 2
バックフォーカス	5. 0 0			

[0023]

[Table 3]

非球面係数	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
r 3面	0.7303×10^{-5}	-0.9744×10^{-8}	-0.2150×10^{-9}	0.8793×10^{-11}
r 12面	-0.1909×10^{-3}	0.1832×10^{-5}	-0.1852×10^{-6}	0.4000×10^{-8}
r 18面	0.1640×10^{-3}	-0.4975×10^{-4}	0.2338×10^{-5}	-0.4269×10^{-7}
r 19面	0.3007×10^{-3}	-0.6266×10^{-4}	0.3150×10^{-5}	-0.6120×10^{-7}

[0024] The definition of the aspheric surface: Express chii and the height from an optical axis with the following formula 1 in it, using the depth of the aspheric surface as H.

[0025]

[Equation 1] $f = 4.30$, $f = 18.13$, and the aberration-curve view (for spherical aberration and (b), astigmatism and (c) are [(a)] distortion aberration) in each focal distance of $f = 43.00$ are shown in $chii = H^2 / 1 + (1 - H^2 / r_i^2) \cdot 1 / r_i^2 + \sum A_i H^i$ drawing 2, drawing 3, and drawing 4, respectively.

[0026] In addition, according to the aforementioned example, although the zoom lens of a video camera was explained, of course, the aforementioned example is applicable to the zoom lens of other cameras, such as a still camera.

[0027]

[Effect of the Invention] According to this invention, as mentioned above, the 1st lens group of fixation [side / body] in order, In the zoom lens which consists of the movable 2nd lens group which mainly changes a scale factor, the 3rd lens group of fixation, and amendment of image movement by zooming and the movable 4th lens group which performs focusing By having arranged the rectangular prism and having bent about 90 degrees of optical axis between the above-mentioned 3rd lens group and the above-mentioned 4th lens group, the size of the depth of a zoom lens can be shortened by the low cost, and the miniaturization of the whole zoom lens can be attained much more.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the example of a gestalt of operation of the zoom lens of this invention.

[Drawing 2] (a), (b), and (c) are each aberration-curve view showing the spherical aberration in the focal distance ($f=4.3$) of a wide angle edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 3] (a), (b), and (c) are each aberration-curve view showing the spherical aberration in a middle focal distance ($f=18.13$), astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 4] (a), (b), and (c) are each aberration-curve view showing the spherical aberration in the focal distance ($f=43.00$) of a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Description of Notations]

L1 [— The 3rd lens group, L4 / — The 4th lens group, P / — A rectangular prism, C / — Optical axis.] — The 1st lens group, L2 — The 2nd lens group, L3

[Translation done.]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

THIS PAGE BLANK (US)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-20191

(43)公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51)Int.Cl.⁸

G 0 2 B 15/16
13/18

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 15/16
13/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平8-176962

(22)出願日

平成8年(1996) 7月8日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 南條 雄介

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

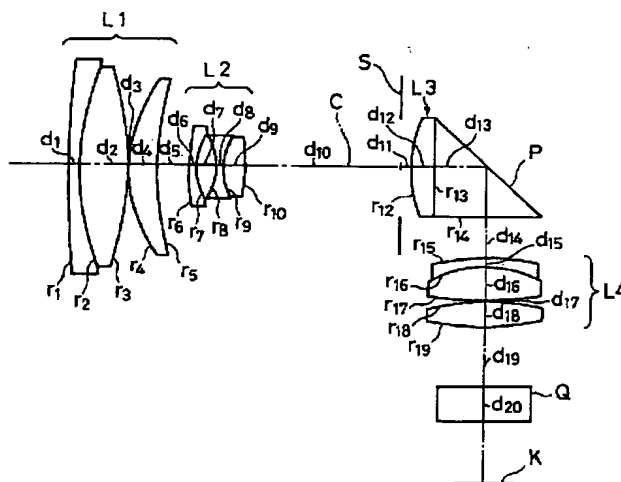
(74)代理人 弁理士 志賀 富士弥 (外1名)

(54)【発明の名称】 ズームレンズ

(57)【要約】

【課題】 主にビデオカメラに用いるズームレンズで、特に奥行き寸法を短くすることと前玉径を小さくすることができるズームレンズを提供する。

【解決手段】 現在民生用ビデオカメラに使用されるズームレンズの主流となっている、いわゆる4群インナーフォーカスズームレンズにおいて、3群固定レンズL3の後ろに直角プリズムPを配置して光軸Cを90°折り曲げている。これにより、ズームレンズの奥行き寸法を短くでき、ズームレンズ及びビデオカメラ全体の小型化を図ることができる。



L 1…第1レンズ群
L 2…第2レンズ群
L 3…第3レンズ群
L 4…第4レンズ群
P…直角プリズム
C…光軸

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に固定の第1レンズ群と、主に倍率を変更する可動の第2レンズ群と、固定の第3レンズ群と、ズーミングによる像移動の補正とフォーカシングを行う可動の第4レンズ群とから成るズームレンズにおいて、

上記第3レンズ群と上記第4レンズ群との間に直角プリズムを配置して光軸を約90°折り曲げたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 上記第3レンズ群を1枚の平凸レンズとし、その平面と上記直角プリズムの入射面を接合して一体的に構成したことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】 上記第4レンズ群を物体側より順に凹レンズと凸レンズの接合レンズおよび凸レンズの3枚で構成したことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、ビデオカメラ等に使用される小型のズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 例えば、民生用ビデオカメラでは、物体側より順に凸、凹、凸、凸の4レンズ群から成るズームレンズが一般的で、小型化とコスト低減に向いている構成とされている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の民生用ビデオカメラのズームレンズでは、望遠端の焦点距離に対する、望遠端の前玉から焦点までの全長の比、いわゆる望遠比が1以下に出来た例はない。各レンズ群の屈折力を強くすれば小型化に有利ではあるが、ズーミング中の像面湾曲の変動および望遠側での被写体距離による像面湾曲の変動が避けられず、また広角端の歪曲収差の増大も避けられない。

【0004】 また、ズームレンズの奥行き寸法は、光学系の全長だけでなく、撮像素子の端子や回路基板に乗っている電気部品も含まれ、さらに第4レンズ群を駆動する駆動装置の一部が後ろへ突き出る場合もある。これら像面より後ろの部品の奥行きが光学全長の1割以上を占めるようになり、奥行きを短縮する上で大きな障害となっている。

【0005】 一方、ビデオの記録媒体はデジタル化、高密度化、小型化が進み、カメラを小型化する上で、レンズに対する小型化の要求はますます強くなる傾向にある。

【0006】 ビデオレンズの小型化には、CCDなどの固体撮像素子の画面寸法が小型化され、高感度化されてきたことが最も寄与してきたと言えるが、記録媒体の高画質化に適合出来る画素数を維持しながら画面寸法を小

さくするには、限界に近づいてきた感があり、今までの技術の延長線上でズームレンズの小型化を図ることは困難になってきた。

【0007】 そこで、この発明は、光学系の奥行き寸法を可及的に短くして小型化を一段と図ることができるズームレンズを提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 物体側より順に固定の第1レンズ群と、主に倍率を変更する可動の第2レンズ群と、固定の第3レンズ群と、ズーミングによる像移動の補正とフォーカシングを行う可動の第4レンズ群とから成るズームレンズにおいて、上記第3レンズ群と上記第4レンズ群との間に直角プリズムを配置して光軸を約90°折り曲げている。

【0009】 これにより、ズームレンズの奥行きの寸法が短くなり、ズームレンズの小型化が図られる。このズームレンズをビデオカメラ等に用いた場合には、ビデオカメラ等の全体の小型化が図られる。

【0010】

【発明の実施の形態】 以下、この発明の具体的な実施の形態例について図面を参照して説明する。

【0011】 図1は、この発明の実施形態例のズームレンズを示すものであり、該ズームレンズは主にビデオカメラに用いられ、特に奥行きの寸法を短くすることと前玉径を小さくすることを目的としている。

【0012】 このズームレンズの構成は、物体側より順に固定の第1レンズ群L1と、主に倍率を変更する可動の第2レンズ群L2と、固定の第3レンズ群L3と、ズーミングによる像移動の補正とフォーカシングを行う可動の第4レンズ群L4とから成るズームレンズにおいて、上記第3レンズ群L3と上記第4レンズ群L4との間に直角プリズムPを配置し、光軸Cを約90°折り曲げたことを特徴とするものである。

【0013】 前述した（発明が解決しようとする課題の欄で述べた）ように、ズームレンズの奥行き寸法は光学全長が望遠比で1を越え、さらに像面より後ろに部品が突き出るため、全ての突起を含めて望遠端の焦点距離より短くするのは極めて困難と言える。そこで、この発明の実施形態例では直角プリズムPで光軸Cを約90°折り曲げて目的を達成している。ズームレンズの基本構成としては、少ないレンズ枚数で構成しやすい上記の4群構成インナーフォーカス方式ズームレンズとした。プリズムの配置として、4群構成はそのままにして、入射側すなわち第1レンズ群の前に置いて、ズームレンズ全体を立ててしまいか、射出側すなわち第4レンズ群と撮像素子との間に配置して、撮像素子だけ折り曲げると、ズームレンズ系の偏芯を防止でき、プリズムを光学系に持ち込む機械的精度の影響を最小限に出来るが、目的とする奥行きの短縮に関しては、入射側に置くとプリズムの体積が大きすぎ、奥行きは最も短縮できるがプリズム入

射面の面積（前玉径に相当）が大きくなって、目的を達成出来ず、射出側に置くとバックフォーカスを長く設計してプリズムを配置することになり、プリズムのコスト増加に比べて奥行き短縮の効果が少なく、第4レンズ群の移動方向が変わらないので、駆動装置の一部が後ろへ突き出る場合もあり、その場合奥行きは短縮できない結果となる。

【0014】このズームレンズの構成によれば、絞りSを第3レンズ群L3の直前に配置して、第1レンズ群L1、第2レンズ群L2および絞りSまでの構成は従来の構成のままなので、前玉径の小型化には最適な配置であり、光軸Cに平行に入射した光線が第2レンズ群L2で発散光線束になり第3レンズ群L3でアフォーカルに近い状態になった直後に直角プリズムPを配置することで、直角プリズムPの体積が小さくてすみ、アフォーカルに近いことと軸外へ向かう主光線の傾きが小さいことから直角プリズムPの反射面で全反射が応用でき、透過率の損失を最小に出来る。例えば直角プリズムPで光軸Cを下向きに折り曲げた場合、第4レンズ群L4が上下に移動することになり、その駆動装置を第4レンズ群L4の横に配置すれば、駆動装置の一部が像側に突き出たとしても下向きに伸びるだけで、奥行き寸法は第1レンズ群L1から直角プリズムPの後端の稜線までで決まる。

【0015】この実施形態例では、レンズの光学系の奥行き寸法を最短にするため、第3レンズ群L3を物体側に凸面を向けた平凸単レンズとし、その平面と直角プリズムPの入射面の平面とを接合したことを特徴とする。この構成により、第3レンズ群L3と直角プリズムPを別々に保持する必要がなくなり、奥行き寸法の短縮に効果的である。これにより、ズームレンズの小型化をより一層図ることができ、該ズームレンズを用いるビデオカメラ全体の小型化も図ることができる。また、上記接合の工程で第3レンズ群L3と直角プリズムPの光軸Cが一致するように組み立てればそれぞれを別々に保持するよりも偏芯誤差が生じにくい。

【0016】第4レンズ群L4の構成は、物体側より順に凹レンズと凸レンズの接合レンズおよび凸レンズの3

枚で構成したことを特徴とする。直角プリズムPの後ろに第4レンズ群L4を配置するため、絞りSから第4レンズ群L4までの距離が従来形式の4群インナーフォーカスズームレンズより遠くなり、第4レンズ群L4を通る主光線の光線高が高くなる。従来は第4レンズ群を凹レンズと凸レンズの接合レンズの2枚構成にしたものが多いが、その構成で主光線の光線高が高くなると、主に非点収差を補正する働きで接合面からコマ収差が大きく発生し、2枚構成のままでは補正は困難である。第4レンズ群L4の正の屈折力を2つのレンズ群に分割し、光線束が広い物体側のレンズを凹レンズと凸レンズの接合レンズとして、非点収差を補正するとともに、接合面の曲率を緩くしてコマ集散の増加を防止している。

【0017】

【実施例】以下、この発明の実施例を図1に基づき説明する。

【0018】図1に示すズームレンズは、物体側より順に固定の第1レンズ群L1と、主に倍率を変更する可動の第2レンズ群L2と、固定の第3レンズ群L3と、ズーミングによる像移動の補正とフォーカシングを行う可動の第4レンズ群L4とから成るものであり、上記第3レンズ群L3と上記第4レンズ群L4との間に直角プリズムPを配置し、光軸Cの途中を約90°折り曲げている。第1レンズ群L1は、物体側より順に凹レンズと凸レンズの接合レンズおよび凸メニスカスレンズで構成し、接合レンズの像側の面が非球面である。第2レンズ群L2は、物体側より順に凹レンズおよび凹レンズと凸レンズの接合レンズから成る。第3レンズ群L3は、物体側に凸面を向けた1枚の平凸単レンズで、その凸面は非球面であり、その平面は直角プリズムPの入射面を接合している。第4レンズ群L4は、物体側より順に凹レンズと凸レンズの接合レンズおよび凸レンズの3枚で構成し、凸単レンズは両面非球面である。尚、図1中、Qはフィルターに相当する平面ガラス、Kは像面である。

【0019】次に、上記実施例の数値例を表1～表3に示す。

【0020】

【表1】

r 1	95.087	d 1	0.8	n 1	1.84666	ν 1	23.8
r 2	22.999	d 2	3.5	n 2	1.58913	ν 2	61.3
r 3	-31.130	d 3	0.2	n 3	1.69680	ν 3	55.5
r 4	12.946	d 4	2.1	n 4	1.88300	ν 4	40.8
r 5	29.338	d 5	可変	n 5	1.77250	ν 5	49.6
r 6	30.766	d 6	0.5	n 6	1.84666	ν 6	23.8
r 7	5.172	d 7	1.5				
r 8	-5.809	d 8	0.5	n 7	1.58913	ν 7	61.3
r 9	6.061	d 9	1.6	n 8	1.72342	ν 8	38.0
r 10	-23.627	d 10	可変	n 9	1.84666	ν 9	23.8
r 11	絞り	d 11	0.7	n 10	1.48749	ν 10	70.4
r 12	10.608	d 12	1.7	n 11	1.58913	ν 11	61.3
r 13	∞	d 13	8(プリズム)	n 12	1.51680	ν 12	64.2
r 14	∞	d 14	可変				
r 15	19.063	d 15	0.6				
r 16	7.693	d 16	2.7				
r 17	-43.781	d 17	0.2				
r 18	15.499	d 18	2				
r 19	-22.743	d 19	可変				
r 20	∞	d 20	2.8				
r 21	∞						

【0021】上記において、

r_i : レンズの i 番目の面の曲率半径

d_i : レンズの i 番目の面間隔

n_i : レンズの i 番目の媒質の e 線における屈折率 n_e .

焦点距離	d_5	d_{10}	d_{14}	d_{19}
4.3	0.7	13.3	4.149	4.207
18.13	9.35	4.65	0.994	7.363
43.00	12.55	1.45	5.284	3.072
バックフォーカス 5.00				

v_i : レンズの i 番目の媒質の e 線におけるアッペ数 v_e を示す。

【0022】

【表2】

【0023】

【表3】

非球面係数	A_4	A_6	A_8	A_{10}
r 3面	0.7303×10^{-5}	-0.9744×10^{-8}	-0.2150×10^{-9}	0.8793×10^{-11}
r 12面	-0.1909×10^{-3}	0.1832×10^{-5}	-0.1852×10^{-6}	0.4000×10^{-8}
r 18面	0.1640×10^{-3}	-0.4975×10^{-4}	0.2338×10^{-5}	-0.4269×10^{-7}
r 19面	0.3007×10^{-3}	-0.6266×10^{-4}	0.3150×10^{-5}	-0.6120×10^{-7}

【0024】非球面の定義: 非球面の深さを x_i 、光軸からの高さを H として、下記の数式1で表される。

【0025】

$$\text{【数1】 } x_i = H^2 / r_i \{ 1 + (1 - H^2 / r_i^2)^{1/2} \} + \sum A_i \cdot H^i$$

図2、図3および図4に、 $f = 4.30$ 、 $f = 18.13$ 、および $f = 43.00$ の各焦点距離における収差曲線図 (a) は球面収差、(b) は非点収差、(c) は歪曲収差をそれぞれ示す。

【0026】尚、前記実施例によれば、ビデオカメラのズームレンズについて説明したが、スチルカメラ等の他のカメラのズームレンズに前記実施例を適用できることは勿論である。

【0027】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、物体側より順に固定の第1レンズ群と、主に倍率を変更する可動の第2レンズ群と、固定の第3レンズ群と、ズームによる像移動の補正とフォーカシングを行う可動の第4レンズ群とから成るズームレンズにおいて、上記第3レンズ群と上記第4レンズ群との間に直角プリズムを

配置して光軸を約 90° 折り曲げたことにより、ズームレンズの奥行き寸法を低コストで短くすることができ、ズームレンズ全体の小型化をより一段と図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のズームレンズの実施の形態例を示す構成図。

【図2】(a)、(b)、(c) は、広角端の焦点距離 ($f = 4.3$) における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す各収差曲線図。

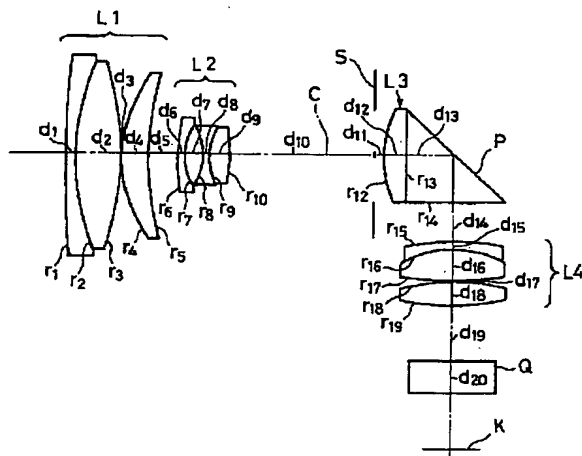
【図3】(a)、(b)、(c) は、中間の焦点距離 ($f = 18.13$) における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す各収差曲線図。

【図4】(a)、(b)、(c) は、望遠端の焦点距離 ($f = 43.00$) における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す各収差曲線図。

【符号の説明】

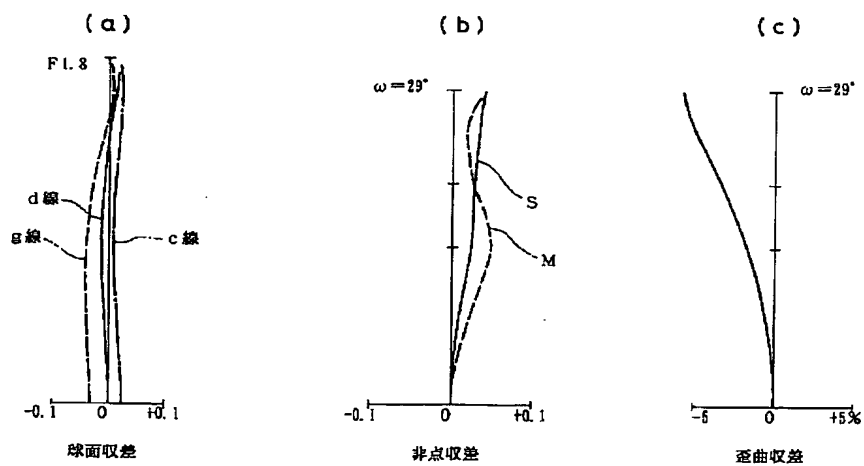
L1…第1レンズ群、L2…第2レンズ群、L3…第3レンズ群、L4…第4レンズ群、P…直角プリズム、C…光軸。

【図1】

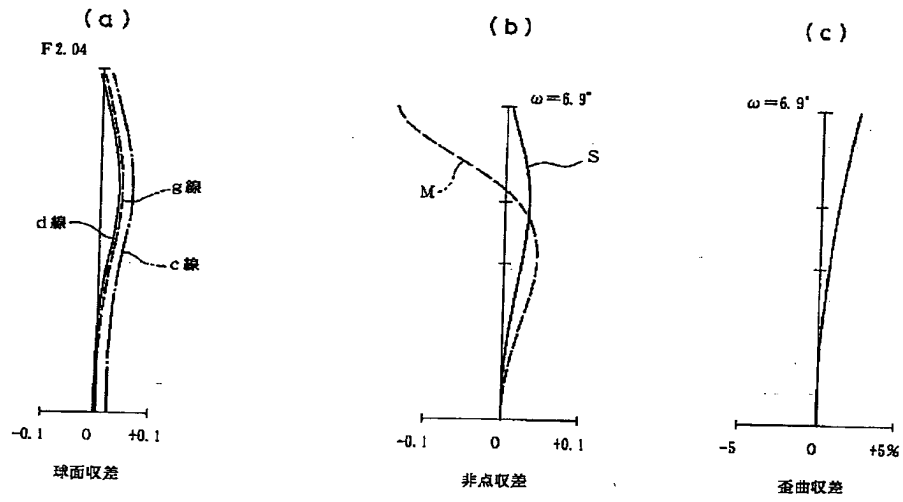


L1...第1レンズ群
 L2...第2レンズ群
 L3...第3レンズ群
 L4...第4レンズ群
 P...直角プリズム
 C...光軸

【図2】



【図3】



【図4】

